

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 397 870 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**05.02.1997 Patentblatt 1997/06**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **E21B 33/13, E21B 33/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/SU88/00235**

(21) Anmeldenummer: **89902215.6**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 90/05832 (31.05.1990 Gazette 1990/12)**

(22) Anmeldetag: **22.11.1988**

(54) **VERFAHREN ZUR BEFESTIGUNG DER PRODUKTIVEN SCHICHT INNERHALB EINER BOHRUNG**

**METHOD OF CASING THE PRODUCTION SEAM IN A WELL**

**PROCEDE DE CUVELAGE DE LA VEINE DE PRODUCTION DANS UN Puits**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.11.1990 Patentblatt 1990/47**

(73) Patentinhaber: **TATARSKY GOSUDARSTVENNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY I PROEKTNY INSTITUT NEFTYANOI PROMYSHLENNOSTI**  
**Bugulma, 423200 (SU)**

(72) Erfinder:

- **ARTYNOV, Vadim Vadimovich**  
**Odintsovo, 143000 (SU)**
- **ABDRAKHMANOV, Gabdrashit Sultanovich**  
**Bugulma, 423200 (SU)**
- **IBATULLIN, Rustam Khamitovich**  
**Bugulma, 423200 (SU)**
- **MUSLIMOV, Renat Khaliullovich**  
**Almetievsk, 423400 (SU)**
- **FATKULLIN, Rashat Khasanovich**  
**Almetievsk, 423400 (SU)**

- **KHABIBULLIN, Rashid Akhmadullovich**  
**Bugulma, 423200 (SU)**
- **VAKULA, Yaroslav Vasilievich**  
**Almetievsk, 423400 (SU)**
- **FILIPPOV, Vitaly Petrovich**  
**Bugulma, 423200 (SU)**
- **MINGAZOV, Salikhzlan Mukhametzyanovich**  
**Bugulma, 423200 (SU)**

(74) Vertreter: **Beetz & Partner Patentanwälte**  
**Steinsdorfstrasse 10**  
**80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

<b>SU-A- 0 911 015</b>	<b>SU-A- 1 234 587</b>
<b>US-A- 2 644 523</b>	<b>US-A- 2 804 148</b>
<b>US-A- 3 051 255</b>	<b>US-A- 3 419 080</b>
<b>US-A- 3 918 522</b>	<b>US-A- 4 618 009</b>

- **Neftyanoe Khozyaistvo, Nr4, April 1982, Nedra (Moscow); G.S. ABDRAKHMANOV et al: "Izolyatsia zon Pogloschenia Stalnymi Trubami bez Umenshenia Diametra Skvazhiny" pages 26-28**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**EP 0 397 870 B1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Befestigung von produktiven Schichten einer Tiefbohrung der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Gattung.

Im Zuge des Niederbringens einer Tiefbohrung kann die in das Bohrloch eingebrachte Flüssigkeit, d.h. die Bohrspülungen und Zementschlämme, in die produktive Schicht eindringen und deren Speicher- bzw. Durchflußvermögen verschlechtern, was die Aufschlußzeit der Bohrung verlängert und zu sätzliche Maßnahmen zur Wiederherstellung dieses Speicher- vermögens erfordert. Derartige Maßnahmen sind mit einem hohen Arbeitsaufwand und dem Einsatz von kostspieligen technischen Aggregaten verbunden.

In der Druckschrift Ju. V. Vadetsky "Herstellung von Erdöl- und Gasbohrungen", 1973, Verl. "Nedra", Moskau, S. 346-348, ist bereits ein Verfahren zur Verfestigung der produktiven Schicht in einer Tiefbohrung bekannt, bei welchem die produktive Schicht aufgeschlossen, einer Produktionsrohrtour eingebaut und diese oberhalb der produktiven Schicht zementiert wird. Der nichtzementierte unterste Abschnitt dieser Rohrtour wird im Bereich der produktiven Schicht perforiert, wodurch diese Schicht zum zweiten Mal aufgeschlossen wird. Ein wesentlicher Nachteil dieses Verfahrens ist, daß dabei keine zuverlässige Trennung der produktiven Schicht von den tiefer gelegenen Schichten erzielt wird, weil die Produktionsrohrtour nur oberhalb der produktiven Schicht zementiert und damit gegen das Gebirge abgedichtet wird. Ferner ist dieses Verfahren dann ungeeignet, wenn die produktiven Schichten zum Nachfallen neigen, da der Ringraum zwischen der Produktionsrohrtour und der produktiven Schicht mit dem nachfallenden Gestein ausgefüllt wird, was den Ausfluß des Produktes aus der Schicht behindert.

In dem Fachartikel "Isolation von Verlustzonen unter Verwendung von Stahlrohren ohne Verringerung des Bohrl Lochdurchmessers" von G.S. Abdakhmanov u.a., erschienen in NEFTYANOE KHOZYAISTVO, No. 4, Apr. 1982, S. 26-28 ist ein Verfahren zum Abdichten von bestimmten Bohrl Lochabschnitten gegen bohrtechnisch kritische Gebirgsschichten beschrieben, bei dem diese Bohrl Lochabschnitte mittels eines Nachräumers aufgeweitet und anschließend mit einer undurchlässigen, festen Hülle ausgekleidet werden. Zum Herstellen dieser Hülle wird eine Profilrohrtour in das Bohrloch eingefahren und im vorgesehenen Bohrl Lochabschnitt durch hydraulischen Innendruck- und mechanische Werkzeuge bis zur dichten Anlage an der Bohrl Lochwandung aufgeweitet. Anschließend wird mit dem gleichbleibenden Meißeldurchmesser weitergebohrt.

Aus der US-A-2 804 148 ist ein ähnliches Auskleidungs-Verfahren bekannt, bei dem zum Abdichten eines Bohrl Lochabschnittes gegen bohrtechnisch kritische Gebirgsschichten dieser Bohrl Lochabschnitt erweitert und durch ein schlauchartiges Inlet aus einem verform-

baren Verbundwerkstoff ausgekleidet wird, woraufhin eine Aushärtung dieses Verbundwerkstoffes erfolgt. Anschließend wird auch bei diesem Verfahren weitergebohrt.

Aus der US-A-2 644 523 ist es bekannt, in eine Tiefbohrung eine Futterrohrtour abzusenken, deren unteres Ende mit dem oberen Ende eines zuvor in die Bohrung eingebrachten Liners verbunden wird, dessen Innendurchmesser dem des Futterrohrs entspricht. Anschließend wird der Ringraum zwischen dem Liner inkl. des Verbindungsabschnittes und der Bohrl Lochwandung zementiert.

Schließlich ist aus der SU-A-911 015 ein gattungsgemäßes Verfahren zur Verfestigung der produktiven Schichten in einer Tiefbohrung bekannt, bei dem die betreffende Gebirgsschicht durch undurchlässige formsteife Profilrohre abgedeckt wird, die nach der Positionierung im jeweiligen Bohrl Lochabschnitt durch einen Innendruck aufgeweitet werden. In diese aufgeweitete Profilrohrtour wird eine Produktionsrohrtour eingebaut und darin zementiert, woraufhin der erneute Aufschluß der Schicht durch Perforation dieser Hülle und der sie umgebenden Zementschicht erfolgt. Nachteilig bei diesem bekannten Verfahren ist die relativ große Dicke der aus den Wänden der Profilrohrtour, der Produktionsrohrtour und aus der zwischenliegenden Zementschicht gebildeten Isolierschicht, wodurch der erneute Schichtaufschluß erschwert und der Produktionsfluß aus der Gebirgsschicht in die Bohrung beeinträchtigt wird. Die Verwendung der im Durchmesser relativ kleinen Produktionsrohrtour führt zu einer verringerten Einström- bzw. Filtrationsfläche, was eine entsprechend verringerte Förderrate zur Folge hat. Ferner erfordert dieses Verfahren zusätzliche Ein- und Ausbaurbeiten für das Positionieren und Aufweiten der Profilrohrtour, was mit einem beträchtlichen Zeit- und Materialaufwand verbunden ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Be- bzw. Verfestigung der produktiven Schichten einer Tiefbohrung aufzuzeigen, welches eine Vergrößerung der Einström- und Filtrationsfläche unter gleichzeitiger Verringerung der Dicke der die produktive Schicht von anderen Schichten trennenden Isolierschicht ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Durch die Durchmesser vergrößerung der Bohrung im Bereich der produktiven Schicht und durch die Einführung der Produktionsrohrtour nur in den Oberteil der undurchlässigen Hülle, wird die Ausbildung eines Zementrings im Bereich der produktiven Schicht vermieden, was eine Verringerung der Dicke der Isolierschicht bedeutet, wobei gleichzeitig die Einström- und Filtrationsfläche des Produktionsrohres und damit die Förder rate erhöht werden.

Wenn die Erweiterung der Bohrung im Bereich der produktiven Schicht gleichzeitig mit deren Aufschluß erfolgt, können zusätzliche Arbeiten für den Ein- und Aus-

bau der Aufweitvorrichtung in das Bohrloch eingespart werden.

Zweckmäßig kann die undurchlässige Hülle im Bereich der produktiven Schicht gemeinsam mit der Produktionsrohrtour eingebaut werden, wodurch zusätzliche Arbeiten für den Einbau der Profilrohrtour an gesonderten Gestängerohren eingespart werden.

Vorzugsweise sollte der im Bereich der produktiven Schicht liegende Abschnitt der Bohrung um den Faktor 1,5 bis 2,0 des Außendurchmessers der Produktionsrohrtour erweitert werden. Bei einer Durchmesservergrößerung um weniger als das 1,5fache des Durchmessers der Produktionsrohrtour vergrößert sich die Einströmfläche für die Flüssigkeit nur unwesentlich, während eine Erweiterung um mehr als das 2fache des Durchmessers der Produktionsrohrtour durch die Grenzwerte der maximal möglichen Dehnung der Profilrohre begrenzt wird.

Weitere Besonderheiten und Vorteile der Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels und aus der Zeichnung besser verständlich. Es zeigen:

- Fig. 1 einen Erweiterungsvorgang des im Bereich der produktiven Schicht liegenden Abschnitts der Bohrung;
- Fig. 2 das Einsetzen einer undurchlässigen Hülle im erweiterten Abschnitt der Bohrung;
- Fig. 3 einen Zementationsvorgang der Produktionsrohrtour;
- Fig. 4 einen Abschnitt der Produktionsrohrtour mit der undurchlässigen Hülle, der für die Förderung vorbereitet ist.

Das Verfahren zur Befestigung der produktiven Schicht in einer Tiefbohrung wird wie folgt realisiert.

Bevor die produktive Schicht aufgeschlossen wird, wird über dem Meißel ein Nachräumer angeordnet, und der Schichtaufschluß erfolgt gleichzeitig mit einer Bohrloch-Erweiterung im Bereich der produktiven Schicht um den Faktor 1,5 bis 2 des Außendurchmessers der Produktionsrohrtour.

Danach wird der Bohrstrang gemeinsam mit dem Meißel und dem Nachräumer ausgebaut, und in die Bohrung wird eine Produktionsrohrtour eingefahren, an deren unterem Ende eine Vorrichtung zur Zementation und eine undurchlässige Hülle aus Profilrohren befestigt sind. Das Einfahren dieser Rohrtour wird gestoppt, sobald sich die Profilrohrtour in dem erweiterten Bereich der produktiven Schicht befindet. Im Anschluß daran wird die undurchlässige Profilrohrtour durch Einpressen von Flüssigkeit ins Innere der Profilrohre bis zum dichten Anliegen der Hülle an der Wandung des erweiterten Bereiches der produktiven Schicht aufgeweitet, wonach die Produktionsrohrtour zementiert und die produktive

Schicht durch Perforation der undurchlässigen Hülle in bekannter Weise aufgeschlossen wird.

Das Verfahren wird mit Hilfe einer Vorrichtung durchgeführt, die einen Bohrstrang 1 (Fig. 1) mit einem Meißel 2 am unteren Ende und einem darüber angeordneten Nachräumer 3 mit ausfahrbaren Räumelementen 4 aufweist. Eine weitere Gruppe der Ausrüstung für die Durchführung des Verfahrens (Fig. 2 und 3) enthält eine Produktionsrohrtour 5, an deren unterem Ende eine Vorrichtung 6 für die Zementation befestigt ist, die als ihre Fortsetzung dient. Die Vorrichtung 6 weist einen Übergang 7 mit Wandöffnungen 8 und 9 auf, in dessen Innerem eine Buchse 10 mit einer Seitenöffnung 11 und einem Sitz 12 untergebracht ist, die gegen axiale Verschiebungen durch einen Stift 13 gesichert ist. Mit dem unteren Ende des Übergangs 7 sind Profilrohre zur Bildung einer undurchlässigen Hülle 14 verbunden, die mit einem Schuh 15 mit einem Sitz 16 und einem Kugelventil 17 endet. Für die Zementation der Produktionsrohrtour ist eine Kugel 18 (Fig. 3) vorgesehen, die im Sitz 12 der Buchse 10 untergebracht ist.

Die nachstehend angeführten Beispiele dienen zum besseren Verständnis des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Befestigung der produktiven Schicht innerhalb einer Bohrung.

Beim Niederbringen der Bohrung unter Verwendung des am Bohrgestänge 1 befestigten Meißels 2 (Fig. 1) wird die produktive Schicht 19 angebohrt. Gleichzeitig wird durch die ausgefahrenen Räumelemente 4 des Nachräumers 3 der Bereich der produktiven Schicht 19 erweitert, wobei sich diese Erweiterung um 10 bis 20 m bis oberhalb und unterhalb dieses Bereiches erstreckt.

Nach dem Ausbau des Bohrgestänges 1 aus der Bohrung wird die Produktionsrohrtour 5 (Fig. 2) eingefahren, und zwar zusammen mit der am unteren Ende mittels des Übergangs 7 befestigten undurchlässigen Hülle 14 aus profilierten Stahlrohren mit Längsfalten und dem Schuh 15 mit dem Sitz 16 und dem Kugelventil 17. Wie aus Fig. 2 erkennbar, greift der Übergang 7, der im Grunde die Fortsetzung der Produktionsrohrtour 5 darstellt, mit seinem unteren Ende in den Oberteil der undurchlässigen Hülle 14 so weit ein, daß eine gegenseitige Verbindung besteht. Nach Erreichen des erweiterten Bereiches 20 der produktiven Schicht 19 durch die undurchlässige Hülle 14 wird der Einbau der Produktionsrohrtour 5 gestoppt. Während des Einbaus dieser Rohrtour drückt die in der Bohrung befindliche Flüssigkeit das Kugelventil 17 im Schuh 15 nach oben und füllt den Hohlraum 21. Danach wird in den Hohlraum 21 (Fig. 2) über die Produktionsrohrtour 5 eine Flüssigkeit, wie z.B. Bohrspülung, unter einem Druck von 12 bis 14 MPa gepumpt und die aus Profilrohren bestehende undurchlässige Hülle 14 wird bis zu ihrem dichten Anliegen an der Wandung des erweiterten Bereiches 20 gedehnt, so daß die produktive Schicht 19 von anderen Schichten zuverlässig getrennt wird. Hierbei befindet sich das Kugelventil 17 des Schuhs 15 im Sitz 16, d.h. es ist ge-

geschlossen.

Eine zusätzliche Abdichtung des hinter der undurchlässigen Hülle 14 liegenden Raums kann mit Hilfe einer Dichtungspaste (nicht gezeigt) erreicht werden, die in die Vertiefungen der Profilrohre der undurchlässigen Hülle 14 eingebracht ist.

Nach dem vollen Ausrichten der undurchlässigen Hülle 14 läßt man den Druck abfallen und wirft in die Produktionsrohrtour 5 die Kugel 18 (Fig. 3) hinein, die in den Sitz 12 der im Durchgangskanal des Übergangs 7 angeordneten Buchse 10 fällt. In der Profilrohrtour 5 wird der Flüssigkeitsdruck wieder erhöht, unter dessen Einfluß die Stifte 13 abgesichert werden, und die Buchse 10 sich in ihre untere Endstellung (Fig. 3) bewegt. Hierbei wird die Flüssigkeit aus dem Hohlraum 21 über die Öffnung 9 in den Ringraum verdrängt, so daß die seitlichen Öffnungen 11 und 8 der Buchse 10 und des Übergangs 7 miteinander zusammenfallen. Anschließend wird die Produktionsrohrtour 5 nach dem herkömmlichen Verfahren zementiert, wozu (nicht dargestellte) Zementieraggregate zum Einsatz gelangen.

Nach dem Einpumpen einer berechneten Menge an Zementschlamm und seinem Aushärten hinter der Produktionsrohrtour werden die Elemente 10, 12 und 18 im Innern der Rohrtour 5 ausgebohrt. Anschließend wird die Produktions-Schicht nach bekannten Verfahren wie z. B. durch Perforation der Hülle wieder aufgeschlossen, und durch die Löcher 22 (Fig. 4) der Perforation wird das Produkt aus der Schicht 19 entnommen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Befestigung der produktiven Schicht in einer Tiefbohrung, bei welchem:

- im Laufe der Abteufung einer Bohrung die produktive Schicht (19) aufgeschlossen wird,
- in dem Bereich der produktiven Schicht eine flüssigkeitsdichte Hülle (14) in Form von Profilrohren positioniert und mit Hilfe eines Innendrucks aufgeweitet wird,
- in das Bohrloch eine Produktionsrohrtour (5) eingebaut, diese zementiert wird und
- ein erneuter Aufschluß der Schicht vorgenommen wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß
- vor dem Positionieren der flüssigkeitsdichten Hülle (14) der im Bereich der produktiven Schicht liegende Abschnitt (20) der Tiefbohrung mittels Entfernung des Gesteins von der Bohrlochwandung erweitert wird,
- die Produktionsrohrtour (5) nur bis zum sicheren Eingang ihres unteren Endes in den oberen Endteil der undurchlässigen Hülle (14) abgesenkt wird, während
- die Aufweitung der Hülle (14) durch einen Innendruck bis zum Anliegen ihrer Wandungen an den Wandungen des erweiterten Abschnitts

(20) des Bohrlochs vorgenommen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erweiterung der Bohrung im Bereich der produktiven Schicht (19) gleichzeitig mit deren Aufschluß stattfindet.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Einbau und das Einsetzen der undurchlässigen Hülle (14) in Bereich der produktiven Schicht (19) gemeinsam mit der Produktionsrohrtour (5) vorgenommen wird.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der im Bereich der produktiven Schicht (19) liegende Abschnitt der Bohrung am den Faktor 1,5 bis 2 des Außendurchmessers der Produktionsrohrtour (5) erweitert wird.

#### Claims

1. Method of securing the productive stratum in a deep bore, wherein:

- the productive stratum (19) is opened up in the course of sinking a bore,
- a fluid-tight casing (14) in the form of profile tubes is positioned in the region of the productive stratum and enlarged with the aid of an internal pressure,
- a production tube tower (5) is installed in the bore hole and cemented, and
- renewed opening-up of the stratum is carried out,

#### characterised in that,

- before the positioning of the fluid-tight casing (14), that section (20) of the deep bore which is located in the region of the productive stratum is widened by removal of the rock from the wall of the bore hole,
- the production tube tower (5) is lowered only to the point where its lower end has safely entered the upper end part of the impermeable casing (14), while
- the enlarging of the casing (14) is carried out by an internal pressure until its walls abut against the walls of the widened section (20) of the bore hole.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** the widening of the bore in the region of the productive stratum (19) takes place at the same time as the opening-up of the latter.

3. Method according to claim 1, **characterised in that**

the installation and insertion of the impermeable casing (14) in the region of the productive stratum (19) is carried out jointly with the production tube tower (5).

5

4. Method according to claims 1 and 2, **characterised in that** that portion of the bore which is located in the region of the productive stratum (19) is widened by a factor of 1.5 to 2 times the external diameter of the production tube tower (5).

10

ce qu'on évase le tronçon du forage situé dans la zone de la couche productive (19) d'un facteur compris entre 1,5 et 2 par rapport au diamètre extérieur de l'entourage tubulaire de production (5).

## Revendications

1. Procédé de cuvelage de la couche productive dans un forage profond, dans lequel: 15

- au cours du creusement d'un puits, on dégage la couche productive (19),
- on met en place dans la zone de la couche productive, un manchon (14) étanche aux fluides, sous la forme de tubes profilés et on évase ce manchon à l'aide d'une pression intérieure, 20
- on monte dans le trou de forage un entourage tubulaire de production (5), et on cimente cet entourage, et 25
- on procède à un nouveau dégagement de la couche,

caractérisé en ce que : 30

- avant la mise en place du manchon étanche au fluide (14), on évase le tronçon (20) du forage profond situé dans la zone de la couche productive, en évacuant les roches de la paroi du trou de forage, 35
- on abaisse l'entourage tubulaire de production (5) seulement jusqu'à la pénétration sûre de son extrémité inférieure dans la partie d'extrémité supérieure du manchon étanche (14), tandis que 40
- l'on réalise l'évasement du manchon (14) par une pression intérieure jusqu'à l'application de ses parois sur les parois du tronçon évasé (20) du trou de forage. 45

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on réalise l'évasement du puits dans la zone de la couche productive (19) simultanément avec son dégagement. 50

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on réalise le montage et la mise en place du manchon étanche (14) dans la zone de la couche productive (19), en commun avec l'entourage tubulaire de production (5). 55

4. Procédé les revendications 1 et 2, caractérisé en

